



PATENT
0104-0476PUS1

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Goran KARLSSON et al. Conf.:
Appl. No.: 10/829,328 Group: Unassigned
Filed: April 22, 2004 Examiner: UNASSIGNED
For: METHOD OF TREATING DIGESTED SLUDGE

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

June 21, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicants hereby claim the right of priority based on the following application:

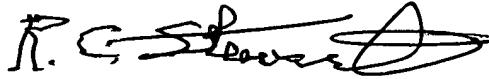
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
SWEDEN	0301171-5	April 23, 2003

A certified copy of the above-noted application is attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
Raymond C. Stewart, #21,066

RCS/bsh
0104-0476PUS1

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment

(Rev. 02/12/2004)



Goran KARLSSON et al.
101829,328
0104-0476 PUS1
Filed April 22, 2004
BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP
(703)205-8000

**Intyg
Certificate**

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

(71) Sökande Remira Remi AB, Helsingborg SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0301171-5
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2003-04-23
Date of filing

Stockholm, 2004-04-23

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hjördis Segerlund'.
Hjördis Segerlund

Avgift
Fee 170:-

AWAPATENT ABKontor/Handläggare
Malmö/Erik Wiklund/EW**KEMIRA KEMI AB**Ansökningsnr Vår referens
SE-2012379

1

SÄTT ATT BEHANDLA RÖTSLAMUppfinningens område

Föreliggande uppfinning avser ett sätt att behandla slam. Närmare bestämt avser uppfinningen ett sätt att vid avloppsvattenrening behandla slam, som erhållits från reningsverk. Uppfinningen är särskilt användbar vid behandling av slam från kommunala reningsverk och kommer därfor nedan att beskrivas med hänvisning därtill. Uppfinningen är dock inte begränsad till behandling av slam från kommunala reningsverk, utan är även tillämplig vid behandling av slam från andra typer av reningsverk, som t ex reningsverk för rening av industriellt avlopps-vatten.

Bakgrundsteknik

Det vatten som renas i ett kommunalt reningsverk samlas upp från en mängd källor. Det inbegriper vanligen de samlade strömmarna av hushållsavlopp, dagvatten, delvis renat industriavlopp och nederbörd. Vid avloppsvattenreningen avlägsnas först större föremål som hamnat i avloppet. Vidare avlägsnas partiklar och grus, och slutligen organiskt material, metaller och närsalter såsom kväve- och fosforföreningar.

Normal avloppsvattenrening i Sverige omfattar mekanisk, biologisk och kemisk rening av vattnet. Ett rensgaller separerar bort de grövsta föroreningarna, varefter sand och tyngre partiklar sedimenteras i ett första sedimenteringssteg, ett så kallat sandfång, innan den kemiska och/eller biologiska reningen tar vid.

Dagens svenska reningsverk är byggda med långtgående biologisk och kemisk rening. För att fälla ut fosfat används metallsalter av aluminium eller järn. Dessa kan tillsättas före, till eller efter den biologiska reningsprocessen (förfällning, simultanfällning respektive efterfällning). Både den kemiska och den biologiska

behandlingen av vattnet genererar slam, som sedimenteras och skall tas om hand.

- Vanligtvis sammanföres de genererade slammen från de olika sedimenteringarna i det aktuella reningsverket. Det handlar då vanligtvis om primärslam (mekaniskt slam), sekundärslam (biologiskt överskottsslam) och tertiärslam (kemiskt slam). Sedimentationsprodukter från inledande rensgaller och sandfång ingår vanligtvis inte i det så-lunda samlade slammet. Det samlade slammet förtjockas något genom ytterligare sedimentation och pumpas sedan in i en rötkammare. I rötkammaren behandlas slammet under anaeroba förhållanden för nedbrytning av organiskt material och bildning av en minskad mängd slam, så kallat rötslam.
- Vid avloppsvattenrening enligt ovan erhålls stora mängder rötslam, som måste omhändertas. Rötslammet kan t ex deponeras eller användas som jordförbättringsmedel. Deponering av rötslam kräver emellertid stort utrymme och är kostnadskrävande. Användning av rötslam som jordförbättringsmedel är att föredraga, men denna användning har alltmer kommit att ifrågasättas på grund av att slammet innehåller tungmetaller och andra oönskade ämnen. Som ett alternativ till deponering och användning som jordförbättringsmedel kan rötslammet förbrännas. I Sverige infördes förbud mot deponering av brännbart avfall 2002, och 2005 kommer deponering av allt organiskt avfall förbjudas.

- Med hänsyn till ovanstående bör rötslam som skall förbrännas ha en så hög torrsubstanshalt som möjligt.
- Även i fall av annan slutförvaring av det avvattnade slammet än förbränning, kan det vara av stor, inte minst ekonomisk betydelse att reducera slammängden genom att avvattna slammet till så hög torrsubstanshalt som möjligt. Att reducera slammängden genom att åstadkomma en hög torrsubstanshalt hos rötslammet är svårt och har hittills endast uppnåtts till hög kostnad genom en kombination av mekanisk avvattnning och torkning. Det skulle

därför innehåra ett stort framsteg om en reducering av mängden rötslam, dvs rötslammets vikt och volym, enkelt kunde åstadkommas på annat sätt än genom endast avvattnning och torkning.

- 5 Ett annat problem vid behandling av rötslam från avloppsvattenrenings är den störande och obehagliga lukt som är förbunden med rötslammet. Denna störande lukt är ett miljöproblem och medför att anläggningar för produktion och behandling av slam från avloppsvattenrenings ofta
10 måste förläggas avskilt från annan bebyggelse. Det skulle därför innehåra en miljömässig fördel om störande och obehaglig lukt från slammet kunde minskas eller elimineras.

- Ytterligare ett problem är att slam från avlopps-
15 vattenrenings ofta innehåller sjukdomsalstrande bakterier, såsom salmonella, E. Coli, m fl. Det skulle vara en stor fördel om slammet kunde hygieniseras, dvs behandlas så att sådana sjukdomsalstrande bakterier elimineras eller nedbringas till en ofarlig nivå (t ex mindre än
20 10 cfu/ml. "cfu" = kolonibildande enheter).

- Ännu ett problem är att slam från avloppsvatten-
renings oftast är klibbigt, svårhanterligt och svåravvatt-
nat. Det skulle innehåra en avsevärd fördel om man kunde
åstadkomma ett slam, som inte klibbar och är lätt att
25 hantera och avvattna.

- Olika förfaranden för behandling av slam från av-
loppsvattenrenings är tidigare kända, och som exempel kan
hänvisas till WO 95/06004, som publicerats den 2 mars
1995 och WO 96/20894, som publicerats den 11 juli 1996.
30 Båda dessa referenser avser behandling av slam från av-
loppsvattenrenings för återvinning av fosfor och metall,
t ex järn, från fällningskemikalien. Härvid kan slammet
behandlas med syra för upplösning av metall- och fosfor-
innehållet, varefter fosfor utfälls som trevärt järnfos-
35 fat, varvid tvåvärt järn först kan omvandlas till trevärt
järn genom oxidation med t ex väteperoxid.

Som ett annat exempel kan nämnas WO 98/41479, som publicerats den 24 september 1998. Denna referens beskriver ett förfarande för behandling av slam från avlopps-vattenreningsanläggning, vid vilket järn och/eller aluminium från fällningskemikalierna utlösas från slammet och den bildade lösningen återföres till avloppsvattenreningen. Vid 5 ett första steg underkastas slammet en sur hydrolysin. Efter hydrolysen matas kvarvarande slam och hydrolysvätska till ett andra steg för avskiljning av det kvarvarande slammet.

Ett annat exempel på känd teknik avseende slambehandling är EP 0 832 853. Denna referens avser ett sätt att undanröja oönskad lukt från slam från biologisk avloppsvattenrening och förbättring av slammets filterbarhet. Vid sättet blandas slammet vid ett pH av 2-6 med 15 ett järn(II)salt och väteperoxid. Inställningen av pH sker med en syra, såsom svavelsyra, vilken lämpligen tillsätts samtidigt med järn(II)saltet. En exoterm reaktion erhålls, som medför en temperatur av 10-38°C hos 20 reaktionsblandningen utan behov av upphettning.

Ytterligare ett annat exempel på känd teknik avseende slambehandling är US-patentet 6 368 511, som beskriver ett förfarande för förbättring av avvattningen av slam. Vid förfarandet underkastas slammet en sur, oxidativ förkonditionering vid ett pH under 5. Surgörningen sker med saltsyra för att undvika efterföljande problem med utfällning av gips, såsom skulle varit fallet vid surgörning med svavelsyra. Vid förkonditioneringen tillsätts tvåvärda järnjoner och väteperoxid, varigenom bildas 25 Fentons reagens som medför en partiell oxidativ nedbrytning av organiska slamkomponenter. Sedan genomföres en oorganisk efterkonditionering genom att det förkonditionerade slammet blandas med alkaliska jordartsmetalloxider, såsom kalciumhydroxit, för att höja pH till 9-11. 30 Därefter avvattnas slammet.

I Journal of Hazardous Materials B98 (2003) 33-50,
"A review of classic Fenton's peroxidation as an advanced

oxidation technique", ges en översikt av Fentons reaktion. Vidare beskrivs användning därav för att förbättra avvattningsförmågan hos avloppsslam. Någon särskild syrabehandling av slammet beskrivs emellertid inte. Inte heller anges slammets fosforinnehåll eller att detta utfälls som trevärt järnfosfat.

I Journal of Hazardous Materials B98 (2003) 91-106, "Pilot-scale peroxidation (H_2O_2) of sewage sludge", beskrivs behandling av avloppsslam i pilotskala med Fentons reaktion för att förbättra avvattningsförmågan. Enligt artikeln är optimala betingelser pH 3, och tillsats av 5-50 g H_2O_2 /kg fastämne, 1,67 g Fe^{2+} /kg fastämne vid omgivningstemperatur och -tryck under 60-90 min. Efter reaktion genomfördes neutralisation med tillsättning av kalciumhydroxid. Någon särskild syrabehandling av slammet beskrivs inte. Inte heller anges att slammets fosforinnehåll utfälls som trevärt järnfosfat. Istället framgår det att utlösningen av fosfor till vattenfasen ökat, liksom att utlösningen av kväve ökat väsentligt. Föreliggande uppfinning har till ändamål att åstadkomma ett sätt att behandla slam från avloppsvattenrening för att på ett enkelt och effektivt sätt minska dess mängd, dvs dess vikt och/eller volym.

Uppfinningen har vidare till ändamål att åstadkomma ett sätt att behandla slam, genom vilket slammet desodoriseras, dvs slammet befrias från störande och obehaglig lukt.

Ännu ett ändamål med uppfinningen är att åstadkomma ett sätt att behandla slam, genom vilket slammet hygieneras.

Ett ytterligare ändamål med uppfinningen är att åstadkomma ett sätt att behandla slam, vilket resulterar i ett slam med förbättrad avvattningsförmåga, dvs ett slam som går lättare och/eller snabbare att avvattna.

35 Sammanfattning av uppfinningen

Enligt föreliggande uppfinning uppnås ovanstående ändamål genom att slam, som innehåller organiskt mate-

rial, tvåvärt järn och fosfor, först syrabehandlas för utlösning av oorganiskt material. Därefter underkastas slammet en oxiderande behandling varvid en utfällning av trevärt järfosfat sker. Vidare oxideras slammet enligt 5 Fentons reaktion för nedbrytning av organiskt material, desodorisering och hygienisering. Efter den oxiderande behandlingen avvattnas slammet.

Mera speciellt åstadkommes enligt föreliggande uppfinning ett sätt att vid avloppsvattenrenning behandla 10 slam, som inbegriper organiskt material, tvåvärt järn och fosfor, kännetecknat därav,

att slammet bringas att innehålla järn och fosfor i ett molförhållande Fe:P av över 1:1,

att slammet behandlas vid 0-100°C med en syra vid 15 ett pH av 1-5, varvid slammets innehåll av tvåvärt järn utlöses,

att slammet tillsätts ett oxidationsmedel, varvid genom Fentons reaktion tvåvärt järn oxideras till trevärt järn och

20 (i) trevärt järn och utfälls som trevärt järfosfat
(ii) fria radikaler med desodoriserande och hygieniserande verkan bildas genom Fentons reaktion,

att slammet därefter avvattnas vid ett pH av högst 7, och

25 att den vid avvatningen erhållna vattenlösningen återförs till avloppsvattenreningen.

Ytterligare kännetecken och fördelar hos föreliggande uppfinning kommer att framgå av nedanstående beskrivning och de efterföljande patentkraven.

30 Kort ritningsbeskrivning

Den bifogade ritningsfiguren visar ett schematiskt flödesschema över ett sätt enligt uppfinningen för slambehandling med syrabehandling, oxiderande behandling, och avvattning av slammet.

35 Detaljerad beskrivning av uppfinningen

Vid sättet enligt uppfinningen är slammet företrädesvis ett avloppsslam från ett kommunalt reningsverk och

mera föredraget ett rötslam, och uppfinningen kommer därför nedan att beskrivas med hänvisning till behandling av ett rötslam, utan att uppfinningen emellertid är begränsad till där till.

5 Vid sättet enligt uppfinningen underkastas rötslammet först en syrabehandling vid ett pH av 1-5, företrädesvis 1-4, särskilt föredraget 2-4, speciellt 2,5-3. Vid syrabehandlingen bör slammet ha en lämplig torrsubstanshalt, såsom 1-3 vikt%, och om så inte är fallet in-
10 ställes den önskade torrsubstanshalten före syrabehandlingen lämpligen genom utspädning eller avvattnning, allt-efter behov.

För åstadkommande av önskat pH vid syrabehandlingen tillsättes slammet en syra. Denna syra kan väljas bland
15 oorganiska och organiska syror. Som exempel på sådana syror kan nämnas svavelsyra, myrsyra och oxalsyra. Bland annat av kostnadsskäl föredrages det att använda svavel-
syra.

Syrabehandlingen kan genomföras i en eller flera
20 seriekopplade reaktorer. Syrabehandlingen sker inom ett temperaturområde från 0°C till 100°C, företrädesvis 20-100°C. Användning av en låg temperatur, såsom omgivnings-temperatur, vid syrabehandlingen medför den fördelen att ingen eller endast ringa uppvärmning erfordras vid syra-
25 behandlingen. En ytterligare fördel med användning av låg temperatur är att öönskad utlösning av kväve från orga-
niskt material i rötslammet undviks. Utlösning av kväve,
30 som sker vid syrabehandling vid hög temperatur, såsom över 100°C, medför ökad kvävehalt i det filtrat som erhålls vid avvattningen av det behandlade rötslammet.
Eftersom filtratet återföres till avloppsvattenreningen skulle detta innehåra en ökad kvävebelastning vid av-
loppsvattenreningen och åtföljande krav på kvävereduk-
tion, vilket skulle fördyra avloppsvattenreningen. Efter-
35 som sättet enligt uppfinningen medför ingen eller obetydlig utlösning av kväve, innebär detta ett minskat eller

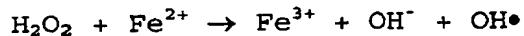
eliminerat behov av kvävereduktion vid avloppsvattenreningen, vilket i sin tur innehåller minskade kostnader.

Tiden för syrabehandlingen är inte kritisk, men det föredrages att slammet syrabehandlas under en tid av 10
5 min till 2 h.

Såsom nämnts ovan, medför syrabehandlingen en utlösning av oorganiskt material. Sålunda utlöses bl a slammets innehåll av fosfor och järn, varvid järn som eventuellt förelegat som tvåvärt järn reduceras till tvåvärt.

10 Vidare sker en viss nedbrytning av oorganiskt material till bl a koldioxid, som avgår i gasform.

En förutsättning vid uppförningen är att rötslammet innehåller järn och fosfor. Detta innehåller normalt att rötslammet erhållits genom renin av avloppsvatten med
15 användning av järförbindningar, närmare bestämt järn(III)-salter såsom ferriklorid, som flockningsmedel. Ett viktigt särdrag hos uppförningen är vidare molförhållandet mellan järn och fosfor i slammets
20 järnnehåll vara tillräckligt för utfällning av slammets innehåll av fosfor och dessutom tillräckligt för genomförande av Fentons reaktion vid tillsättningen av oxidationsmedel till det syrabehandlade slammets. Dessutom kan
25 det eventuellt vara önskvärt med ett överskott av järn, som efter oxidation till tvåvärd form återföres till vattenreningsförfarandet för användning som flockningsmedel. Det till slambehandlingen ingående rötslamms
30 innehåll av järn föreligger i huvudsak som tvåvärt järn eller omvandlas därtill i samband med syrabehandlingen. Vid tillsättningen av oxidationsmedel oxideras tvåvärt
35 järn till tvåvärt. Järn som oxideras från tvåvärt till tvåvärt tillstånd används dels för utfällning av slammets innehåll av fosfor som tvåvärt järfosfat, dels vid Fentons reaktion, vid vilken tvåvärt järn oxideras av ett oxidationsmedel, såsom väteperoxid, till tvåvärt järn under samtidig bildning av hydroxyljoner och hydroxylradikaler enligt reaktionsformeln



Eventuellt överskott av oxiderat Fe^{3+} kan återföras till vattenreningsförfarandet för användning som flockningsmedel.

Ovanstående innebär att molförhållandet mellan Fe och P vid förfarandet enligt uppfinningen måste vara över 1:1. Företrädesvis är molförhållandet Fe:P minst 1,5:1, och mera fördraget är det ca 2:1, varvid ett överskott av trevärt järn erhålls för återföring till vattenreningsförfarandet.

I samband med tillsättningen av oxidationsmedel och oxidation av tvåvärt järn till trevärt utfälles slammets innehåll av fosfor som trevärt järnfosfat. Härvid kommer fosforinnehållet att i form av järnfosfat ingå i det slutligen behandlade slammet.

Om det ursprungliga slammets järninnehåll är otillräckligt för att utöver utfällning av slammets fosforinnehåll även genomföra Fentons reaktion och eventuellt dessutom bilda ett överskott av järn för återföring till vattenreningsförfarandet, så kan ytterligare järn sättas till slammet vid syrabehandlingen och/eller tillsättningen av oxidationsmedel. Detta ytterligare järn tillsätts företrädesvis som tvåvärt järn, t ex järnsulfat.

Det oxidationsmedel som tillsätttes vid uppfinningen är inte särskilt begränsat, men väljs företrädesvis bland väteperoxid, olika perförenningar, såsom natriumperkarbonat, kaliumpermanganat, perättiksyra, eller ozon. Även kombinationer av två eller flera oxidationsmedel kan användas. Det föredrages särskilt att använda väteperoxid, lämpligen i form av en vattenlösning med en väteperoxidhalt av 30-50 vikt%, mera föredraget 30-40 vikt%. Mängden tillsatt oxidationsmedel är inte kritisk, men bör vara sådan att den är effektiv för att åstadkomma Fentons reaktion och oxidera slammet samt desodorisera och hygienisera det. Vid användning av väteperoxid som oxidationsmedel innebär detta att man företrädesvis tillsätter

10-100 kg, mera föredraget 30-60 kg väteperoxid per ton slamtorrsubstans, varvid väteperoxiden räknas som 100% väteperoxid.

Enligt den ovan beskrivna Fentons reaktion är mol-förhållandet mellan järn och väteperoxid ekvimolärt, men det föredrages att ha ett överskott av väteperoxid (oxidationsmedel), så att molförhållandet järn:oxidationsmedel är från ca 0,01:1 till ca 1:1, mera föredraget från ca 0,1:1 till 1:2.

Behandlingen med oxidationsmedel enligt uppfindingen sker företrädesvis vid det pH slammet har efter syrabehandling. Tiden för behandlingen med oxidationsmedel är företrädesvis från ca 1 min till 1,5 h, mera föredraget från 5 min till 1 h. Behandlingen med oxidationsmedel sker vidare företrädesvis vid den temperatur slammet har efter syrabehandling, t ex 10-40°C.

Förutom oxidation av tvåvärt järn till Trevärt järn medförför tillsättningen av oxidationsmedel oxidation av organiskt material till bl a koldioxid, som avgår i gasform. Vidare erhålls en desodorisering av slammet genom inverkan av de vid Fentons reaktion bildade hydroxylradikaterna. Denna desodorisering är effektiv och medförför ett luktreducerat eller så gott som luktfrött slam, vilket innehåller stora miljömässiga fördelar. Dessutom medförför tillsättningen av oxidationsmedel en hygienisering av slammet, varvid sjukdomsalstrande bakterier reduceras eller elimineras.

En ytterligare fördel med uppfindingen är slammets goda filtrerbarhet vid avvattningen. Orsaken härtill är inte helt klarlagd, men torde förutom inverkan av syrabehandlingen och oxidationsbehandlingen av slammet även bero på en gynnsam inverkan av det vid oxidationen utfällda trevärda järfosfatet. Det förmodas på goda grunder att det utfällda trevärda järfosfatet genom sin partikelstorlek och struktur på ett gynnsamt sätt verkar som ett filterhjälpmittel vid avvattningen. Sålunda har man vid uppfindingen noterat att istället för ett klistrigt,

synnerligen svåravvattnat slam i enlighet med tidigare teknik, så åstadkommes enligt uppfinnningen ett lättavvattnat slam som bildar en pulverformig, klibbfri produkt, vilken enkelt kan självtorkas i omgivande luft.

5 Efter behandlingen med oxidationsmedel avvattnas slammet. Avvattningen sker företrädesvis vid samma pH som slammet har vid behandlingen med oxidationsmedel, dvs pH 1-5. Eventuellt kan en viss pH-justerering göras av slammet för att neutralisera det, dvs till ca pH 7, men någon 10 särskild alkalibehandling av slammet för att alkalisera det göres inte enligt uppfinnningen. Detta innebär att slammets pH vid avvattningen är högst 7 enligt föreliggande uppfinding.

Avvattningen kan ske i ett enda steg, men är företrädesvis uppdelad i en föravvattnning och en slutavvattnning. Föravvattningen sker företrädesvis i en mekanisk föravvattnare, såsom en centrifug eller en roterande sil. Även slutavvattnningen (som kan utgöra den enda avvattningen om föravvattnning utelämnas) är en mekanisk avvattnning. Slutavvattnningen sker företrädesvis i en centrifug, skruvpress eller bandfilterpress.

Man har vid uppfinnningen oväntat funnit att det behandlade slammet med hjälp av mekanisk avvattning kan avvattnas till en hög torrsubstanshalt, såsom minst 25 35 vikt%, företrädesvis 40-60 vikt%, mera föredraget 50-60 vikt%. Den mekaniska avvattningen sker, såsom nämnts, t ex i en centrifug, skruvpress eller bandfilterpress, särskilt föredraget i en skruvpress eller bandfilterpress. Det får anses överraskande att man med så enkla 30 medel kan åstadkomma en så effektiv avvattning. Vid försök med slam, som inte behandlats med syra och oxidationsmedel, har man nämligen vid pressning i skruvpress endast uppnått en torrsubstanshalt av ca 30 vikt%. Uppenbarligen medför kombinationen av syrabehandling och 35 efterföljande behandling med oxidationsmedel med åtföljande utfällning av trevärt järnfosfat att avvattningen

av slammet effektiviseras på ett överraskande sätt så att en torrsubstanshalt av minst 35 vikt% kan uppnås.

För att underlätta och effektivisera den mekaniska avvattningen föredrages det att avvattningen sker i närväro av ett avvattningshjälpmittel. Sådana avvattningshjälpmittel är kända och utgöres lämpligen av flockningsmedel, som kan vara av nonjonisk eller jonisk typ, t ex en polyelektrolyt av anjonisk eller katjonisk typ.

Om ett avvattningshjälpmittel används tillsätts detta företrädesvis före avvattningen, såsom före föravvattningen. Därefter genomförs föravvattningen av slammet, följt av slutavvattningen, som företrädesvis sker i en skruvpress eller bandfilterpress.

Uppfinningen skall nedan belysas ytterligare med hänvisning till den bifogade ritningen.

Såsom angivits ovan, visar figuren ett schematiskt flödesschema över ett sätt enligt uppfinningen.

Såsom indikeras med pilen 1 längst till vänster i Fig. 1, matas avloppsvatten till en reningsanläggning, såsom ett kommunalt avloppsreningsverk 2, vari rening av avloppsvattnet sker på tidigare angivet sätt. Vid reningens bildat slam matas till en ej visad rötkammare för rötning av slammet. Från rötkammaren matas rötslammet 3 till en reaktor 4. Rötslamnets torrsubstanshalt är normalt ca 1-3 vikt%, men om så önskas kan slammet förtjockas före inmatning i reaktorn 4, t ex med hjälp av en centrifug. Efter inmatning i reaktorn underkastas rötslammet syrabehandling, såsom beskrivits ovan. Denna syrabehandling sker, såsom tidigare nämnts, i en eller flera seriekopplade reaktorer vid ett pH av 1-5, företrädesvis 1-4, vid en temperatur av 0-100°C, företrädesvis 20-100°C, och en tid av 10 min till 2 h.

Det syrabehandlade slammet skall därefter undergå behandling med ett oxidationsmedel.

Slammet matas från syrabehandlingen till en efterföljande reaktor 5, vari ett oxidationsmedel, företrädesvis väteperoxid, sätts till slammet. Vid oxidationsbe-

handlingen oxideras tvåvärt järn i slammet till trevärt järn och bildar tillsammans med slammets fosforinnehåll trevärt järnfosfat som utfälls. Vid oxidationsbehandling 5 reagerar vidare oxidationsmedlet (väteperoxid) med tvåvärt järn i slammet enligt den ovan beskrivna Fentons reaktion. Om slammet skulle innehålla otillräckligt med tvåvärt järn kan ytterligare tvåvärt järn tillsättas (ej visat) i samband med oxidationsbehandlingens i reaktorn 5.

Oxidationsbehandlingens i reaktorn 5 genomförs företrädesvis utan yttre upphettning, dvs vid omgivningstemperatur. Eftersom Fentons reaktion är exoterm medför detta att reaktionsblandningens temperatur i allmänhet ligger i området ca 10-40°C. Tiden för oxidationsbehandlingens kan variera, men är företrädesvis från ca 1 min 15 till 1,5 h, mera föredraget från 5 min till 1 h.

Efter behandlingen med oxidationsmedel, vid vilken slammet desodoriseras och hygieniseras och organiskt material nedbryts till bl a koldioxid, tillsättas slammet 6 ett avvattningshjälpmittel 7.

Slammet matas sedan till en föravvattningsanordning 8, som företrädesvis är en roterande sil, för att förtjocka slammet till en torrsubstanshalt av ca 10-20 vikt%, företrädesvis ca 14-16 vikt%, som är lämplig för inmatning av det förtjockade slammet 9 i den efterföljande slutavvattningsanordningen 10, som företrädesvis utgörs av en skruvpress. I skruvpressen 10 avvattnas slammet mekaniskt, företrädesvis vid ett tryck av 1,5-5,0 MPa, till en torrsubstanshalt av minst 35 vikt%, företrädesvis 40-60 vikt%. Det pressade slammet 11 avgår från pressen 10 som ett lätt hanterligt, klibbfritt pulver, vilket därefter kan torkas, t ex genom lufttorkning, för att ytterligare höja torrsubstanshalten, och/eller matas till en ej visad förbränningssugn för förbränning till aska. I stället för att förbränna kan det pressade 35 slammet 11 bortskaffas på annat sätt t ex genom deponeering.

Följande exempel belyser uppfinningen utan att emellertid begränsa densamma.

Exempel 1

Rötslam behandlades enligt uppfinningen genom
 5 syrabehandling, behandling med oxidationsmedel (väteperoxid) och avvattnning. Behandlingen skedde vid olika temperaturer. Därefter bestämdes halterna av följande bakterier: a) koliforma 37°C , b) termotoleranta koliforma, c) presumptiva *Escherichia coli*, d) *Clostridium perfringens*, och e) salmonella.

10 Parallelt gjordes samma bestämning på ett prov av samma rötslam, som inte behandlats enligt uppfinningen, utan endast upphettats till 70°C i 30 min vid pH 6,85.

Dessutom bestämdes bakterihalten i ett nollprov av röt-
 15 slammet, dvs ett prov som inte undergått någon behandling alls. Resultaten anges i Tabell 1. I tabellen anger provmärkningen kg 100% väteperoxid/temp., $^{\circ}\text{C}$, i 30 min/pH. Värdena i tabellen avser antalet kolonibildande enheter per ml (cfu/ml).

20

Tabell 1

Provmärkning	Koliforma 37°C	Termotol. Kolif.	E. <i>coli</i>	C. <i>perfringens</i>	Salmonella
0-prov	910	520	520	21 000	Positiv*
0/70/6,85	< 10	< 10	< 10	510 000	Negativ
40/30/3,5	< 10	< 10	< 10	41 000	Negativ
70/45/2,75	< 10	< 10	< 10	22 000	Negativ
100/30/3,5	< 10	< 10	< 10	5 700	negativ

* *Salmonella Agona*

Av resultaten framgår att behandlingen enligt uppfinningen hade en gynnsam hygieniseringe effekt. I synnerhet kan den gynnsamma effekten av behandlingen med
 25 väteperoxid på *Clostridium perfringens* noteras. Vidare elimineras salmonellan från samtliga prover enligt uppfinningen.

Exempel 2

Torrsubstanshalten (TS) från två avvattningsanordningar jämförs dels efter behandling enligt uppfinningen

genom syrabehandling och behandling med oxidationsmedel (väteperoxid), dels utan behandling enligt uppfinningen.

Slammet (rötslam) innehåller vid inloppet till syra-
behandlingen respektive vid inloppet till avvattnings-

- 5 anordningarna 3% TS flockat med polymer. Avvattnings-
anordningarna inbegriper en centrifug, vari slammet har
en uppehållstid av mindre än 1 minut, och därefter en
skruvpress, som föregås av en trumavvattnare. Skruvpres-
sen utövar ett tryck av 50 bar och uppehållstiden för
10 slammet i skruvpressen är 15-30 minuter. I trumavvatt-
naren avvattnas slammet till en TS-halt av 10-15% och
förs sedan till skruvpressen varvid TS-halten höjs ytter-
ligare. Resultaten anges i Tabell 2.

Tabell 2

TS-halt	Centrifug		Skruvpress	
	Obehandlat	H ₂ SO ₄ : 360 kg/ton TS H ₂ O ₂ : 30 kg/ton TS Temp: 70°C	Obehandlat	H ₂ SO ₄ : 350 kg/ton TS H ₂ O ₂ : 50 kg/ton TS Temp: 70°C
	18 %	29 %	Ej möjligt	40 %

- 15 Av resultaten framgår att behandlingen enligt uppfinningen har en gynnsam effekt i synnerhet vid användning av skruvpress.

Exempel 3

- 20 Rötslam behandlades enligt uppfinningen genom syrabehandling, behandling med oxidationsmedel (väteperoxid) och avvattning med skruvpress. Följande resultat erhölls vid olika temperaturer.

Tabell 3

Temperatur (°C)	Väteperoxid (g/kg TS)	pH	Torrsubstans efter avvattning (%)
25	100	3,6	37
30	100	3	39
70	100	3,5	47

Av resultaten framgår att behandlingen enligt uppfinnningen gav en tydligt ökad TS-halt vid ökad temperatur.

Exempel 4

- 5 Försök för att efterlikna en kontinuerlig process, varvid satser om 20 respektive 60 l gjordes. Rötsslam syrabehandlades och vattenfasen separerades från den fasta fasen. Vattenfasen höll pH 3-4 och vätskan behandlades kontinuerligt med väteperoxid för oxidation av tvåvärt järn till trevärt järn och efterföljande fällning av trevärt järnfosfat. Undersökning gjordes på nytt slam och åldrat slam (2 veckor).
- 10

Tabell 4

Behandlingstid (h)	Partikelstorlek (μm)			
	Nytt slam 20 l	Nytt slam 60 l	Åldrat slam 20 l	Åldrat slam 60 l
0	4,21	9,21	7,14	7,48
0,5	5,80	6,56	5,81	5,35
1	11,26	7,72	11,14	7,77
2	18,40	12,39	17,96	11,71
3	20,19	16,73	20,36	16,26
4	18,72	18,95	20,59	21,31
5	20,64	19,64	20,29	19,90
6	20,61	20,12	19,96	20,43

- Av resultaten framgår att behandlingen enligt uppfinnningen vid stationärt tillstånd bildar trevärdiga järnfosfatpartiklar med en medelpartikelstorlek av 20 μm . Dessa partiklar bidrar till en förbättrad avvattnning genom att tjäna som ett internt genererat filtreringshjälpmittel.
- 15

- Uppfinningen har ovan beskrivits med hänvisning till föredragna utföringsformer, men det skall förstås att dessa endast är belysande och att uppfinnningens omfattning endast begränsas av de efterföljande patentkraven.
- 20

PATENTKRAV

1. Sätt att vid avloppsvattenrening behandla slam, som inbegriper organiskt material, tvåvärt järn och fosfor, kännetecknat därav,
 - 5 att slammet bringas att innehålla järn och fosfor i ett molförhållande Fe:P av över 1:1,
 - att slammet behandlas vid 0-100°C med en syra vid ett pH av 1-5, varvid slammets innehåll av tvåvärt järn 10 utlösas,
 - att slammet tillsätts ett oxidationsmedel, varvid genom Fentons reaktion tvåvärt järn oxideras till trevärt järn och
 - (i) trevärt järn och utfälls som trevärt järfosfat
 - (ii) fria radikaler med desodoriserande och hygieniserande verkan bildas genom Fentons reaktion,
 - att slammet därefter avvattnas vid ett pH av högst 7, och
 - att den vid avvattningen erhållna vattenlösningen 20 återförs till avloppsvattenreningen.
2. Sätt enligt kravet 1, kännetecknat därav, att slammet syrabehandlas med svavelsyra, myrsyra eller oxalsyra.
3. Sätt enligt kravet 1 eller 2, kännetecknat därav, att slammet syrabehandlas i 10 min till 2 h.
4. Sätt enligt något av de föregående kraven, kännetecknat därav, att slammet bringas att innehålla järn och fosfor i ett molförhållande Fe:P av ca 30 2:1.
5. Sätt enligt något av de föregående kraven, kännetecknat därav, att slammet tillföres ytterligare tvåvärt järn före tillsättningen av oxidationsmedel.
- 35 6. Sätt enligt något av de föregående kraven,

kännetecknadt därav, att oxidationsmedlet väljs bland minst en av väteperoxid, natriumperkarbonat, perättiksyra, kaliumpermanganat, och ozon.

7. Sätt enligt kravet 6, kännetecknadt
5 därav, att slammet tillsätts väteperoxid som oxidations-
medel i en mängd av 10-100 kg, företrädesvis 30-60 kg
100% väteperoxid per ton torrsubstans.
8. Sätt enligt något av de föregående kraven,
kännetecknadt därav, att slammet tillsätts ett
10 avvattningshjälpmittel före avvatningen.
9. Sätt enligt något av de föregående kraven,
kännetecknadt därav, att slammet föravvattnas
med en centrifug eller en roterande sil.
10. Sätt enligt något av de föregående kraven,
15 kännetecknadt därav, att slammet slutavvattnas
med en centrifug, skruvpress eller bandfilterpress.
11. Sätt enligt något av de föregående kraven,
kännetecknadt därav, att slammet avvattnas
till torrsubstanshalt av minst 35 vikt%.
- 20 12. Sätt enligt kravet 10, kännetecknadt
därav, att slammet avvattnas till torrsubstanshalt av 35-
60 vikt%.

SAMMANDRAG

Ett sätt att vid avloppsvattenrenning behandla slam,
5 som inbegriper organiskt material, tvåvärt järn och
fosfor, beskrivs. Sättet kännetecknas därav,
att slammet bringas att innehålla järn och fosfor i
ett molförhållande Fe:P av över 1:1,
att slammet behandlas vid 0-100°C med en syra vid
10 ett pH av 1-5, varvid slammets innehåll av tvåvärt järn
utlösas,
att slammet tillsätts ett oxidationsmedel, varvid
genom Fentons reaktion tvåvärt järn oxideras till trevärt
järn och
15 (i) trevärt järn och utfälls som trevärt järfosfat
(ii) fria radikaler med desodoriserande och hygieni-
serande verkan bildas genom Fentons reaktion,
att slammet därfter avvattnas vid ett pH av högst
7, och
20 att den vid avvattningen erhållna vattenlösningen
återförs till avloppsvattenrenningen.

Fig. 1

